

UNITED STATES UTILITY PATENT APPLICATION

NAME OF INVENTORS: REZNIK, Daniel  
Bieselheider Weg 52B  
13465 Berlin  
Germany

PLICKERT, Volker  
Jochen-F. -Steege-Siedlung 30  
14656 Brieselang  
Germany

MELCHIOR, Lutz  
Grunstadter Weg 18  
12559 Berlin  
Germany

TITLE OF INVENTION: Anordnung Zur Elektrischen Verbindung Eines  
Optoelektronischen Bauelements Mit Einem  
Elektrischen Bauelement

TO WHOM IT MAY CONCERN, THE FOLLOWING IS  
A SPECIFICATION OF THE AFORESAID INVENTION

## Beschreibung

Bezeichnung der Erfindung: Anordnung zur elektrischen  
Verbindung eines optoelektronischen Bauelements mit einem  
5 elektrischen Bauelement.

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur elektrischen  
Verbindung eines optoelektronischen Bauelements mit einem  
elektrischen Bauelement unter Verwendung eines Flexleiters.  
10 Sie betrifft insbesondere die genaue Anordnung und  
Kontaktierung eines optoelektronischen Bauelements und eines  
elektrischen Bauelements in Bezug auf einen Flexleiter und  
dient der Signalübertragung bei hohen Datenraten insbesondere  
im Bereich zwischen 10 Gbit/s und 40 Gbit/s.

15

## Hintergrund der Erfindung

Es besteht das Erfordernis, in einer optoelektronischen  
Sendebaugruppe mit einer Laserdiode diese elektrisch mit  
20 einem Lasertreiber-Baustein zu verbinden. Dabei ist zu  
beachten, dass zur Übertragung hoher Datenraten zwischen 10  
und 40 Gbit/s die Hochfrequenz-Leitung zwischen dem  
Lasertreiber-Baustein und der Laserdiode entweder möglichst  
kurz oder impedanz-angepasst sein muss. Im Falle einer  
25 impedanz-angepassten Leitung ist dabei anzustreben, die  
Anzahl der Verbindungen, die jeweils als Diskontinuitäten und  
damit als „Stoßstelle“ der Signalübertragung dienen, zu  
minimieren.

30 Ein Lasertreiber-Baustein ist in der Regel ein in Bipolar-  
Technologie auf höchste Geschwindigkeit ausgelegter  
integrierter Schaltkreis (IC), der eine hohe Verlustleistung  
aufnimmt. Da eine Laserdiode in der Regel sehr empfindlich  
auf höhere Temperaturen reagiert, ist des weiteren  
35 anzustreben, dass eine thermische Entkopplung zwischen der  
Laserdiode und dem Lasertreiber-Baustein erfolgt. Weiter ist  
anzustreben, dass die Lage der optische Achse des

Sendebauelements und damit die Möglichkeiten der Ankopplung einer optischen Faser nicht durch mechanische Randbedingungen eingeschränkt werden, die sich aus der elektrischen Kontaktierung der Sendebaugruppe ergeben.

5

Es ist hierzu bekannt, den Lasertreiber-Baustein und die Laserdiode in einem gemeinsamen Gehäuse anzuordnen. Solche Gehäuse sind unter den Bezeichnungen Butterfly-Gehäuse und mini-DIL-Gehäuse bekannt. Der Lasertreiber-Baustein kann  
10 dabei sehr nahe an der Laserdiode platziert werden. Zur Vermeidung einer starken thermischen Kopplung zwischen dem Treiberbaustein und der Laserdiode ist in der Regel die zusätzliche Integration eines Peltier-Kühlers erforderlich, der die Laserdiode kühlt. Derartige Anordnungen weisen im  
15 ungekühlten Betrieb jedoch eine starke thermische Kopplung auf. Auch sind sie aufgrund hoher Komponentenkosten relativ kostenintensiv in der Herstellung. Des weiteren sind erforderliche hermetische Faserdurchführungen nur mit hohem Aufwand realisierbar und sind die üblicherweise verwendeten  
20 Pigtail-Faserausgänge wegen des Erfordernisses der Einhaltung von Mindestbiegeradien beim Bau kompakter optoelektronischer Module kleiner Bauart nachteilig.

Zur elektrischen Verbindung eines Lasertreiber-Bausteins mit  
25 einer Laserdiode ist des weiteren bekannt, den Lasertreiber-Baustein auf einer separaten Leiterplatte anzuordnen. Die Laserdiode wird in einem Transistor-Outline(TO)-Gehäuse angeordnet, an das über eine Steckeraufnahme ein optischer Stecker mit einer Lichtleitfaser steckbar ankoppelbar ist.  
30 Die elektrische Verbindung zwischen dem TO-Gehäuse und dem auf der Leiterplatte angeordneten Lasertreiber-Baustein erfolgt über einen Flexleiter.

Flexleiter sind im Stand der Technik bekannte Anordnungen,  
35 bei denen Leiterbahnen einseitig, beidseitig oder mehrseitig auf einem ebenen flexiblen Dielektrikum aufgebracht sind.

Eine entsprechende Anordnung ist schematisch in der Figur 4 dargestellt. Die Figur 4 zeigt als wesentliche Komponenten ein TO-Gehäuse 400 mit einer Laserdiode, einen Flexleiter 300 und eine Leiterplatte 500, auf der ein gehäuster  
5 Treiberbaustein 200 als SMD-Baustein angeordnet ist. Die Signalausgänge des Treiberbausteins 200 zur Laserdiode sind mit impedanz-angepassten Leiterbahnen 510 der Leiterplatte verbunden. Über eine Lötverbindung 520 sind die Leiterbahnen 510 der Leiterplatte 500 mit weiterführenden Leiterbahnen 310  
10 des Flexleiters 300 verbunden, die ebenfalls impedanz-angepasst sind. Die elektrische Verbindung zwischen dem Flexleiter 300 und dem TO-Gehäuse 400 erfolgt über Anschlusspins 420 des TO-Gehäuses 400, die aus einer Bodenplatte 410 des TO-Gehäuses 400 herausragen und durch  
15 Durchkontaktierungen 430 des Flexleiters gesteckt sind. Dabei ist in der Figur 4 zur besseren Übersichtlichkeit nur ein solcher Anschlusspin 420 dargestellt.

Die bekannte Anordnung stellt eine gute thermische  
20 Entkopplung zwischen dem Laserbaustein und dem Lasertreiber-Baustein bereit. Auch sind durch Verwendung eines Flexleiters das TO-Gehäuse und die Leiterplatte mechanisch entkoppelt, so dass eine weitgehende Gestaltungsfreiheit hinsichtlich der Ausrichtung des TO-Gehäuses und damit der optischen Achse der  
25 Lichtemission im Bezug auf die Leiterplatte besteht.

Ferner weisen Flexleiter den Vorteil auf, dass sie günstige HF-Eigenschaften bei hohen Frequenzen in GHz-Bereich besitzen. Dies ist besonders wichtig zur Übertragung mit  
30 hoher Datenrate von 10-40 Gbit/s. Für diesen hochratigen Fall müssen die HF-Leitungen impedanzangepasst sein. Hierbei sind die Leiterbahnen eines Flexleiters im Koplanar-Design oder im Microstrip-Design impedanzmäßig kontrollierbar und deshalb vorteilhaft einsetzbar. Auch die Leiterbahnen der  
35 Leiterplatte besitzen eine kontrollierbare Impedanz.

Problematisch ist dagegen die Vielzahl an Verbindungsstellen im Signalverlauf. Die Verbindungen zwischen TO-Gehäuse und Flexleiter, zwischen Flexleiter und Leiterplatte und zwischen Leiterplatte und elektrischem Bauelement sind impedanzmäßig  
5 nicht kontrollierbar und stellen unvermeidbare Diskontinuitäten im Signalverlauf dar. Besonders die Lötverbindung 520 zwischen dem Flexleiter 300 und der Leiterplatte 500 macht eine HF-Verbindung mit Datenraten höher als 10 Gbit/s unmöglich.

10 Ein weiterer Nachteil der bekannten Anordnung liegt darin, dass die Lötverbindung 520 einander widersprechende Anforderungen erfüllen muss. Zum einen sind die Löt pads der Lötverbindung 520 verantwortlich für eine mechanische  
15 Verbindung zwischen dem Flexleiter 300 und der Leiterplatte 500. Insofern ist es anzustreben, die Löt pads möglichst großflächig auszubilden. Gleichzeitig erfolgt über die Löt pads der Lötverbindung 520 die hochfrequente Signalverbindung zum TO-Gehäuse 400. Dementsprechend ist es  
20 anzustreben, die Löt pads möglichst kleinflächig auszugestalten. In der Praxis müssen relativ große Löt pads eingesetzt werden, zum einen, um eine ausreichende mechanische Stabilität bereitzustellen und zum anderen, um Toleranzen zwischen der Lage der Löt pads der Leiterplatte und  
25 der Lage der zugeordneten Löt pads des Flexleiters berücksichtigen zu können. Dies führt dazu, dass die Lötverbindung 520 eine große Diskontinuität im Signalverlauf darstellt.

### 30 Aufgabe der Erfindung

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung zur elektrischen Verbindung eines  
optoelektronischen Bauelementes mit einem elektrischen  
35 Bauelement zur Verfügung zu stellen, die eine ausreichende Signalqualität bei der Übertragung von HF-Signalen zwischen dem elektrischen Bauelement und dem optoelektronischen

Bauelement auch bei hohen Datenraten mit bis zur 40 Gbit/s bereitstellt.

#### Zusammenfassung der Erfindung

5

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Anordnung gelöst, die ein optoelektronisches Bauelement mit Anschlusskontakten, ein elektrisches Bauelement mit ersten elektrischen Kontakten und zweiten elektrischen Kontakten, 10 eine Leiterplatte, mit der die zweiten elektrischen Kontakte des elektrischen Bauelements verbunden sind und eine eben ausgebildete flexible Leiteranordnung mit einer Mehrzahl von Leiterbahnen aufweist. Dabei stellt die flexible Leiteranordnung eine elektrische Verbindung zwischen den 15 Anschlusskontakten des optoelektronischen Bauelements und den ersten elektrischen Kontakten des elektrischen Bauelements bereitstellt. Hierzu weist die flexible Leiteranordnung einen ersten Bereich mit ersten Kontaktbereichen und einen zweiten Bereich mit zweiten Kontaktbereichen auf. Das elektrische 20 Bauelement ist direkt auf dem zweiten Bereich der flexiblen Leiteranordnung montiert und es sind seine ersten elektrischen Kontakte mit den zweiten Kontaktbereichen der Leiteranordnung verbunden. Zusätzlich oder alternativ ist das optoelektronische Bauelement direkt auf dem ersten Bereich 25 der flexiblen Leiteranordnung montiert und sind seine Anschlusskontakte mit den ersten Kontaktbereichen der Leiteranordnung verbunden, wobei bevorzugt sowohl das elektrische Bauelement als auch das optoelektronische Bauelement direkt auf dem entsprechenden Bereich der 30 flexiblen Leiteranordnung montiert sind.

Die erfindungsgemäße Lösung zeichnet sich durch den Gedanken aus, dass das optoelektronische Bauelement und/oder das elektrische Bauelement direkt auf die flexible 35 Leiteranordnung gesetzt und mit dieser elektrisch verbunden werden. Die flexible Leiteranordnung dient als Montageebene für das optoelektronische Bauelement und/oder das elektrische

Bauelement. Hierdurch werden unnötige Lötverbindungen oder andere Diskontinuitäten im Signalverlauf vermieden und die HF-Eigenschaften der Anordnung wesentlich verbessert, so dass eine Signalübertragung bei hohen Datenraten möglich ist.

- 5 Insbesondere werden gegenüber dem Stand der Technik, wie er in der Figur 4 dargestellt ist, zwei Verbindungsstellen und damit Diskontinuitäten im Signalverlauf eingespart, nämlich die Verbindung vom elektrischen Bauelement zur Leiterplatte und von der Leiterplatte zur flexiblen Leiteranordnung.

10

Dabei gehen bevorzugt Bondverbindungen vom optoelektronischen Bauelement und vom elektrischen Bauelement direkt auf die impedanz-angepassten Leiterbahnen der flexiblen

- 15 Leiteranordnung, ohne dass die Bereitstellung zusätzlicher Löt pads erforderlich wäre. Eine direkte Kontaktierung kann jedoch auch in anderer Weise, etwa mittels einer Flip-Chip Montage direkt auf der flexiblen Leiteranordnung erfolgen.

- 20 In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung sind der erste Bereich der Leiteranordnung und/oder der zweite Bereich der Leiteranordnung versteift. Ein dazwischen liegender Bereich ist dagegen flexibel ausgestaltet, so dass die Leitungsanordnung in der Abfolge starr/flexibel/starr ausgebildet ist. Eine Versteifung des ersten und/oder zweiten
- 25 Bereichs der Leiteranordnung erfolgt bevorzugt mittels eines Starrteils, das beispielsweise aus einem Metall besteht oder aus einem organischen Material wie Epoxidharz. Auch kann eine Versteifung beispielsweise mittels eines Klebers vorgesehen sein, der auf den entsprechenden Bereich der Leiteranordnung
- 30 gegeben wird und dort erhärtet.

- Das optoelektronische Bauelement ist bevorzugt in einem Gehäuse angeordnet, das sich auf der Leiteranordnung abstützt. Hierzu sieht eine besonders vorteilhafte
- 35 Ausgestaltung vor, dass das Gehäuse hermetisch mit einem insbesondere aus Metall bestehenden Starrteil verbunden ist. Auch kann das Starrteil zur Fixierung eines Single-Mode-

Wellenleiters im Rahmen eines Schweißprozesses verwendet werden. Das Starrteil ist dabei an der einem Faseranschluss zugewandten Seite der flexiblen Leiteranordnung angeordnet. Die Starrteile stellen somit eine erhöhte mechanische

5 Stabilität desjenigen Bereichs der Leiteranordnung bereit, auf dem ein optoelektronisches Bauelement oder ein elektrisches Bauelement montiert ist. Sie dienen ggf. zusätzlich der Verbindung mit weiteren Komponenten der jeweiligen Baugruppe.

10

Im zweiten Bereich der Leiteranordnung, der der Montage des elektrischen Bauelementes dient, stellt das Starrteil bevorzugt darüber hinaus eine elektrische Verbindung zwischen den zweiten elektrischen Kontakten des elektrischen

15 Bauelementes und der Leiterplatte bereit. Hierzu ist beispielsweise vorgesehen, dass das Starrteil Durchkontaktierungen aufweist, über die Kontakte des elektrischen Bauteils mit zugeordneten Kontakten der Leiterplatte elektrisch verbunden werden.

20

Allgemein gilt, dass die Leiteranordnung in ihrem zweiten Bereich parallel zur Leiterplatte verläuft und dabei durch die Leiterplatte mechanisch abgestützt ist. Die mechanische Abstützung erfolgt beispielsweise über Lötverbindungen des

25 Starrteils mit der Leiterplatte. Die erfindungsgemäße Lösung stellt damit sicher, dass die Kontaktbereiche des Flexleiters, die mit den ersten elektrischen Kontakten des elektrischen Bauelements verbunden sind, allein der Signalführung des Hochfrequenzsignales dienen und nicht

30 zusätzlich eine mechanische Verbindung zwischen der flexiblen Leiteranordnung und der Leiterplatte bereitstellen müssen. Die mechanische Verbindung zwischen der flexiblen Leiteranordnung und der Leiterplatte erfolgt über davon getrennte Lötverbindungen, insbesondere solche zwischen einem Steifteil

35 des entsprechenden Bereichs der flexiblen Leiteranordnung und der Leiterplatte. Dies ermöglicht es, die Kontaktpads der flexiblen Leiteranordnung, die über Bonddrähte mit den ersten



elektrischen Kontakten des elektrischen Bauteils verbunden werden, wesentlich kleinflächiger auszubilden. Hierdurch wird eine Diskontinuität im Signalverlauf weiter reduziert.

- 5 Das elektrische Bauelement ist bevorzugt in einem Gehäuse angeordnet. Das Gehäuse wird beispielsweise durch ein Vergussmaterial gebildet, mit dem das elektrische Bauelement nach einer elektrischen Verbindung des Bauelementes mit der flexiblen Leiteranordnung vergossen wird. Der Verguss erfolgt  
10 dabei unmittelbar auf den zweiten Bereich der flexiblen Leiteranordnung, auf dem das elektrische Bauelement montiert ist.

- Die flexible Leiteranordnung ist bevorzugt in einem zwischen  
15 dem ersten Bereich und dem zweiten Bereich liegenden dritten Bereich gebogen. Sie ist in diesem biegbaren Bereich nicht versteift. Dies ermöglicht es, den ersten Bereich der Leiteranordnung mit dem optoelektronischen Bauelement im Wesentlich senkrecht zum zweiten Bereich der Leiteranordnung  
20 auszurichten, der parallel zur Leiterplatte verläuft.

- Der elektrische Baustein dient der Kontrolle und der Steuerung des optoelektronischen Bauelementes und wird bevorzugt durch einen Chip mit einem integrierten Schaltkreis  
25 gebildet. Der ungehäuste Chip wird dabei direkt auf den zweiten Bereich der Leiteranordnung montiert. Bei dem Chip handelt es sich insbesondere um einen Lasertreiber-Chip. Dementsprechend handelt es sich bei dem optoelektronischen Bauelement um einen Laserchip. Es sind jedoch auch andere  
30 Realisierungen des optoelektronischen und des elektrischen Bauelementes denkbar. Beispielsweise kann das optoelektronische Bauelement eine Fotodiode mit einem integrierten Vorverstärker sein. Das elektrische Bauelement ist für diesen Fall ein zusätzlicher Verstärker, insbesondere  
35 ein Begrenzerverstärker (limiting amplifier).

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren anhand mehrerer Ausführungsbeispiele näher erläutert.

5 Es zeigen:

10 Figur 1 in Seitenansicht schematisch eine Anordnung mit einem optoelektronischen Bauelement, einem Flexleiter und einem elektrischen Bauelement, wobei das elektrische Bauelement und das optoelektronische Bauelement direkt auf dem Flexleiter montiert sind;

15 Figur 2a in Draufsicht ein erstes Ausführungsbeispiel der Anordnung eines elektrischen Bauelements auf einem Flexleiter;

20 Figur 2b in Draufsicht ein zweites Ausführungsbeispiel der Anordnung eines elektrischen Bauelements auf einem Flexleiter;

25 Figur 3a die simulierte Signalreflexion der elektrischen Verbindung zwischen einem optoelektronischen Bauelement und einem elektrischen Bauelement gemäß der Figur 1;

30 Figur 3b die simulierte Signaltransmission der elektrischen Verbindung zwischen einem optoelektronischen Bauelement und einem elektrischen Bauelement gemäß der Figur 1;

35 Figur 4 eine im Stand der Technik bekannte Anordnung mit einem TO-Gehäuses, einem Flexleiter und einer Leiterplatte.

Beschreibung mehrerer bevorzugter Ausführungsbeispiele

Die Figur 1 zeigt schematisch den Aufbau einer Anordnung mit einer optoelektronischen Baugruppe 1, einer elektrischen Baugruppe 2, einer - nachfolgend auch als Flexleiter bezeichneten - flexiblen Leiteranordnung 3 und einer Modul-Leiterplatte 5.

Der Flexleiter 3 weist eine Mehrzahl von Leiterbahnen auf, die in oder auf einem flexiblen Dielektrikum angeordnet sind, wobei der Flexleiter 3 einlagig, zweilagig und auch mehrlagig ausgebildet sein kann. Beispielsweise ist der Flexleiter 3 zweilagig ausgebildet, wobei die eine Lage eine Leiterbahn 31 zur Übertragung eines HF-Signals enthält und die andere Lage eine Masselage darstellt. In Figur 1 ist aus Gründen der Übersichtlichkeit nur eine Leiterbahn 31 dargestellt. Im Sinne der vorliegenden Erfindung wird auch die Masselage als Leiterbahn angesehen, so dass stets mindestens zwei Leiterbahnen vorhanden sind. Der Flexleiter weist einen ersten Endbereich 3A, einen gebogenen mittleren Bereich 3C und einen zweiten Endbereich 3B auf.

Es sei angemerkt, dass der Flexleiter 3 eine ebene Ausbildung besitzt, d.h. die Dicke ist gering im Vergleich zur Längsausdehnung und zur seitlichen Ausdehnung.

Bei der optoelektronischen Baugruppe 1 handelt es sich im dargestellten Ausführungsbeispiel um eine Sendevorrichtung mit einem Laserdioden-Chip 11 als optoelektronischem Bauelement, beispielsweise einem Vertical Cavity Surface Emitting Laser (VCSEL), einer kantenemittierenden (DFB oder FP) Laserdiode oder einem elektroabsorptionsmodulierten Laser (EML).

Der Laserdioden-Chip 11 (nachfolgend als Laserdiode bezeichnet) ist direkt auf dem ersten Endbereich 3A des Flexleiters 3 montiert. Die Laserdiode 11 ist dabei durch

einen Bonddraht 15 mit einer Hochfrequenz-Leiterbahn 31 des Flexleiters 3 verbunden. Ferner weist der Endbereich 3A des Flexleiters 3 schematisch dargestellte Masseverbindungen 12 für einen Masse-Anschluss der Laserdiode 11 auf. Ein  
5 Keramikträger 13 dient als Trägerelement, auf dem der Flexleiter 3A angeordnet ist. Der Keramikträger 13 kann dabei als Starrteil des Flexleiters 3 im Endbereich 3A angesehen werden. Des weiteren ist ein Gehäuse bzw. eine Abdeckkappe 14 vorgesehen, die beispielsweise als TO-Abdeckkappe ausgebildet  
10 und mit dem Trägersubstrat 13 hermetisch dicht verbunden ist. Der Modulaufbau ist lediglich schematisch dargestellt und kann in abweichender Weise ausgeführt sein.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der erste Endbereich  
15 3A des Flexleiters 3 eine Metallversteifung aufweist. Dabei handelt es sich um ein mechanisches Stützelement, etwa aus Blech, das beispielsweise auflaminiert ist. Eine Metallversteifung ist vorteilhaft, weil sie erlaubt, die Abdeckkappe 14 durch einen Schweißprozess zu fixieren und  
20 einen hermetischen Verschluss bereitzustellen.

Wie in der Figur 1 dargestellt, verläuft der Flexleiter 3 im ersten Endbereich 3A des optoelektronischen Bauelements 1 senkrecht zur Ebene der Leiterplatte 5. In dem sich daran  
25 anschließenden mittleren Bereich 3B verläuft der Flexleiter 3 gekrümmt und anschließend in dem zweiten Endbereich 3B parallel zur Leiterplatte 5. Die maximale Krümmung des Flexleiters 3 im mittleren Bereich ist dabei vorgegeben durch einen Mindestbiegeradius, der vom Hersteller in Abhängigkeit  
30 von der Ausbildung des Flexleiters vorgeschrieben ist.

Die elektrischen Baugruppe 2 weist ein elektrisches Bauelement 21 auf. Das elektrische Bauelement 21 weist erste elektrische Kontakte auf, die der Signalübertragung und  
35 elektrischen Verbindung mit dem optoelektronischen Bauelement 11 dienen. Des weiteren weist es zweite elektrische Kontakte

zur Signalübertragung und elektrischen Verbindung mit der Leiterplatte 5 auf.

Das elektrische Bauelement 21 wird im Bereich 3B des Flexleiters 3 ungehäust direkt auf den Flexleiter 3 aufgesetzt. Die Figur 1 zeigt eine Bondverbindung 25, die direkt von einem Kontaktpad des elektrischen Bauelementes 21 auf eine zugehörige impedanzangepasste Leiterbahn 31 des Flexleiters 3 geht. Das elektrische Bauelement 21 ist mittels einer Vergussmasse, die eine Kapselung bzw. ein Gehäuse 22 bereitstellt, gegen Einflüsse von außen geschützt. Die mechanische Verbindung zwischen dem elektrischen Bauelement 21 und dem Flexleiter 3 erfolgt beispielsweise durch Kleben oder indirekt über die Kapselung 22.

Bei dem elektrischen Bauelement handelt es sich beispielsweise um einen in Bipolar-Technologie ausgelegten IC-Lasertreiberbaustein oder um einen Nachverstärker-Baustein bei Ausbildung des optoelektronischen Bauelementes 11 als Empfangsbauelement.

Der Flexleiter 3 ist in seinen Endbereichen 3A, 3B, wie bereits erwähnt, bevorzugt versteift, so dass der Flexleiter 3 nur in seinem mittleren Bereich 3C flexibel ist und demgemäß einen „starr-flex-starr“-Schaltungsträger darstellt. Die Starrteile können je nach Anforderung aus einem organischen Schaltungsträgermaterial, z.B. Epoxidharz, oder aus Metall bestehen. In der Figur 1 ist unterhalb des Bereichs 3B des Flexleiters, auf dem das elektrische Bauelement 21 montiert ist, ein Starrteil bzw. Verstärkungselement 23 vorgesehen, das parallel zum Flexleiter 3 sowie zur Leiterplatte 5 verläuft.

Das Starrteil 23 ist auf der Modul-Leiterplatte 5 angeordnet. Es stellt zum Einen eine mechanische Verbindung des Flexleiters 3 und damit auch des auf dem Flexleiter 3 angeordneten elektrischen Bauelements mit der Modul-

Leiterplatte 5 bereit. Des Weiteren wird eine elektrische Verbindung zwischen elektrischen Kontakten der Leiterplatte 5 und den zweiten elektrischen Kontakten des elektrischen Bauelementes 21 bereitgestellt. Das Starrteil 23 ist dabei  
5 beispielsweise, wie in Figur 1 dargestellt, über Kontaktbeine 24 mit entsprechenden Kontaktpads der Leiterplatte 5 verbunden. Die entsprechenden Lötverbindungen sorgen sowohl für eine elektrische als auch eine mechanische Verbindung.

10 Bei der Modul-Leiterplatte 5 handelt es sich beispielsweise um ein Transceiver-Board mit weiteren anwendungsspezifischen Schaltkreisen, Kondensatoren, Widerständen, etc. (nicht dargestellt). Die Modul-Leiterplatte 5 weist dabei Kontaktbereiche bzw. Kontaktpads auf, die mit den zweiten  
15 elektrischen Kontakten des elektrischen Bauelementes verbunden sind. Für den Fall, dass das elektrische Bauelement 21 als Treiber-Baustein für eine Laserdiode ausgebildet ist, werden über die Leiterplatte 5 insbesondere Logiksignale an den Treiber-Baustein geleitet. Das Treibersignal des Treiber-  
20 Bausteins 21 wird über einen direkt auf den Flexleiter 3 gebondeten Kontakt auf eine Leiterbahn des Flexleiters gegeben.

Dabei wird darauf hingewiesen, dass in dem Treiber-Baustein  
25 21 typischerweise eine digitale Entscheiderschwelle zwischen dem ankommenden Logiksignal und dem analogen Treibersignal liegt, so dass die elektrische Verbindung zwischen dem Treiber-Baustein 21 und der Modul-Leiterplatte 5 weniger kritisch ist.

30

Die Figuren 2A, 2B zeigen in zwei Ausführungsbeispielen mögliche Realisierungsformen des Übergangs zwischen dem elektrischem Bauelement 21 und dem Flexleiter 3 in Layout-Ansicht. Die Figur 2A zeigt dabei eine Ausgestaltung des  
35 Flexleiters im Microstrip-Design. Auf der Oberseite des Flexleiters 3 befindet sich eine Leiterbahn 31a, die der Übertragung eines hochfrequenten („heißen“) Signals dient.

Auf der Unterseite des Flexleiters befindet sich eine Masselage 31b, die in der Terminologie der vorliegenden Erfindung ebenfalls eine Leiterbahn darstellt. Das elektrische Bauelement 21 weist drei erste Kontakte bzw. Kontaktpads 26a, 26b, 26c auf, die mittels Bonddrähten 25a, 25b, 25c mit entsprechenden Kontaktbereichen 27a, 27b, 27c des Flexleiters 3 verbunden sind. Die oberen und unteren Kontaktbereiche 27a, 27c sind dabei mittels Durchkontaktierungen 28a, 28b mit der Masselage 31b der Unterseite verbunden. Es wird über die Bonddrähte 25a, 25c und Kontaktbereiche 27a, 27c ein Referenzpotential wie GROUND oder  $V_{cc}$  auf der Masselage 31b bereitgestellt. Über den mittleren Bonddraht 25b, der direkt auf die Leiterbahn 31A bondet, wird ein Hochfrequenz-Signal übertragen. Der entsprechende Kontaktbereich 27b wird durch das Ende der Leiterbahn 31a gebildet.

Die Ausgestaltung der Figur 2B entspricht im Wesentlichen der Ausgestaltung der Figur 2A. Der Flexleiter 3 ist hier jedoch im Koplanar-Design ausgeführt. Sowohl die Leiterbahn 31'a für das Hochfrequenz-Signal als auch die Masselage 31'b sind auf der Oberseite angeordnet. Durchkontaktierungen sind bei dieser Ausgestaltung naturgemäß nicht vorgesehen.

Die Realisierung des Übergangs zwischen dem optoelektronischen Bauelement 11 und dem Flexleiter 3 kann in entsprechender Weise erfolgen.

Es wird darauf hingewiesen, dass das elektrische Bauelement 21 des Weiteren nicht dargestellte zweite Kontakte zur Verbindung des elektrischen Bauelementes mit der Leiterplatte 5 bzw. auf der Leiterplatte angeordneten Kontaktpads aufweist. Unter Bezugnahme auf Figuren 1, 2a, 2b wird eine solche Verbindung beispielsweise dadurch hergestellt, dass Bonddrähte von dem elektrischen Bauelement 21 über Durchkontaktierungen auf die Unterseite des Flexleiters 3 geführt, dort beispielsweise mittels eines Ball-Kontakts

jeweils mit Durchkontaktierungen des Starrteils 23 verbunden und über solche Durchkontaktierungen des Starrteils 23 über eine Lötverbindung mit zugehörigen Kontaktpads der Leiterplatte verbunden werden (nicht näher dargestellt).

5

Die Figuren 3a, 3b zeigen die simulierte Reflexion und Transmission der elektrischen Verbindung zwischen optoelektronischem Bauelement 1 und elektrischen Baustein 2 in Abhängigkeit von der Signalfrequenz. Die Reflexion liegt bei unter -20dB im gesamten Frequenzbereich von 0 bis 40 GHz, so dass der beschriebene Aufbau für hochratige Datenübertragung bis 40 Gbit/s geeignet ist.

Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausgestaltung nicht auf die vorstehend dargestellten Ausführungsbeispiele, die lediglich beispielhaft zu verstehen ist. Beispielsweise können mehr als zwei Leiterbahnen (für das HF-Signal und Masse) auf dem Flexleiter verwirklicht sein. So kann eine weitere Leiterbahn für ein zweites HF-Signal vorgesehen sein, wenn eine differenzielle Ansteuerung der Laserdiode 11 stattfindet. Des weiteren können Leiterbahnen für den Anschluss niederfrequenter Signale (zum Beispiel betreffend die Signale einer Monitordiode) vorgesehen sein.

Weiter wird darauf hingewiesen, dass der Begriff „Leiterplatte“ im Kontext der vorliegenden Erfindung in einer breiten Bedeutung zu verstehen ist. Jede Struktur, über die Signale an das elektrische Bauelement 21 herangeführt oder von diesem empfangen werden, stellt eine Leiterplatte im Sinne der vorliegenden Erfindung dar. Eine übliche ebene Ausbildung ist dabei bevorzugt, jedoch nicht notwendig.

Der Fachmann erkennt, dass zahlreiche alternative Ausführungsvarianten existieren, die trotz ihrer Abweichung von den beschriebenen Ausführungsbeispielen von der in den nachfolgenden Ansprüchen definierten Lehre Gebrauch machen.



## Patentansprüche

1. Anordnung zur elektrischen Verbindung eines optoelektronischen Bauelements mit einem elektrischen Bauelement, aufweisend:
- ein optoelektronisches Bauelement mit Anschlusskontakten,
  - ein elektrisches Bauelement mit ersten elektrischen Kontakten und zweiten elektrischen Kontakten,
  - eine Leiterplatte, mit der die zweiten elektrischen Kontakte des elektrischen Bauelements verbunden sind,
  - eine eben ausgebildete flexible Leiteranordnung mit einer Mehrzahl von Leiterbahnen, wobei die Leiteranordnung
    - eine elektrische Verbindung zwischen den Anschlusskontakten des optoelektronischen Bauelements und den ersten elektrischen Kontakten des elektrischen Bauelements bereitstellt und hierzu
    - einen ersten Bereich mit ersten Kontaktbereichen und einen zweiten Bereich mit zweiten Kontaktbereichen aufweist, und wobei
  - das optoelektronische Bauelement direkt auf dem ersten Bereich der Leiteranordnung montiert und seine Anschlusskontakte mit den ersten Kontaktbereichen der Leiteranordnung verbunden sind und/oder
  - das elektrische Bauelement direkt auf dem zweiten Bereich der Leiteranordnung montiert und seine ersten elektrischen Kontakte mit den zweiten Kontaktbereichen der Leiteranordnung verbunden sind.
2. Anordnung nach Anspruch 1, wobei der erste Bereich der Leiteranordnung versteift ist.
3. Anordnung nach Anspruch 2, wobei der versteifte Bereich der Leiteranordnung ein Starrteil aufweist.

4. Anordnung nach Anspruch 1, wobei das optoelektronische Bauelement in einem Gehäuse angeordnet ist, das sich auf der Leiteranordnung abstützt.
- 5 5. Anordnung nach Anspruch 1, wobei der zweite Bereich der Leiteranordnung versteift ist.
6. Anordnung nach Anspruch 5 wobei der versteifte Bereich der Leiteranordnung ein Starrteil aufweist.
- 10 7. Anordnung nach Anspruch 6, wobei die zweiten elektrischen Kontakte des elektrischen Bauelements über elektrische Kontakte des Starrteils elektrisch mit der Leiterplatte verbunden sind.
- 15 8. Anordnung nach Anspruch 6, wobei das elektrische Bauelement über das Starrteil mechanisch auf der Leiterplatte abgestützt ist.
- 20 9. Anordnung nach Anspruch 1, wobei die Leiteranordnung in ihrem zweiten Bereich parallel zur Leiterplatte verläuft und durch die Leiterplatte abgestützt ist.
- 25 10. Anordnung nach Anspruch 1, wobei das elektrische Bauelement in einem Gehäuse angeordnet ist.
- 30 11. Anordnung nach Anspruch 10, wobei das Gehäuse durch ein Vergußmaterial gebildet ist mit dem das elektrische Bauelement nach einer elektrischen Verbindung des Bauelements mit der Leiteranordnung vergossen wird.
- 35 12. Anordnung nach Anspruch 1, wobei der erste Bereich der Leiteranordnung und der zweite Bereich der Leiteranordnung an entgegengesetzten Enden der Leiteranordnung ausgebildet sind.

13. Anordnung nach Anspruch 12, wobei die flexible Leiteranordnung in einem zwischen dem ersten Bereich und dem zweiten Bereich liegenden dritten Bereich gebogen ist.
- 5
14. Anordnung nach Anspruch 1, wobei der erste Bereich der Leiteranordnung im Wesentlichen senkrecht zum zweiten Bereich der Leiteranordnung ausgerichtet ist.
- 10
15. Anordnung nach Anspruch 1, wobei die flexible Leiteranordnung durch einen Flexleiter gebildet ist.
16. Anordnung nach Anspruch 1, wobei die Leiterbahnen der Leiteranordnung impedanzangepasst sind.
- 15
17. Anordnung nach Anspruch 1, wobei ein elektrischer Kontakt des elektrischen Bauelements über einen Bonddraht mit einem zugeordneten zweiten Kontaktbereich der Leiteranordnung verbunden ist.
- 20
18. Anordnung nach Anspruch 1, wobei ein Anschlusskontakt des optoelektronischen Bauelements über einen Bonddraht mit einem zugeordneten ersten Kontaktbereich der Leiteranordnung verbunden ist.
- 25
19. Anordnung nach Anspruch 1, wobei das elektrische Bauelement durch einen ungehäusten Chip gebildet ist, der direkt auf den zweiten Bereich der Leiteranordnung montiert ist.
- 30
20. Anordnung nach Anspruch 19, wobei das elektrische Bauelement ein Lasertreiber-Chip ist.
- 35
21. Anordnung nach Anspruch 1, wobei das optoelektronische Bauelement durch einen ungehäusten Chip gebildet ist, der direkt auf den ersten Bereich der Leiteranordnung montiert ist.

22. Anordnung nach Anspruch 21, wobei das optoelektronische Bauelement ein Laserchip ist.

## Zusammenfassung

Bezeichnung der Erfindung: Anordnung zur elektrischen  
Verbindung eines optoelektronischen Bauelements mit einem  
5 elektrischen Bauelement.

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur elektrischen  
Verbindung eines optoelektronischen Bauelements mit einem  
elektrischen Bauelement. Es sind ein optoelektronisches  
10 Bauelement mit Anschlusskontakten, ein elektrisches  
Bauelement mit ersten elektrischen Kontakten und zweiten  
elektrischen Kontakten, eine Leiterplatte, mit der die  
zweiten elektrischen Kontakte des elektrischen Bauelements  
verbunden sind, und eine eben ausgebildete flexible  
15 Leiteranordnung mit einer Mehrzahl von Leiterbahnen  
vorgesehen. Dabei stellt die Leiteranordnung eine elektrische  
Verbindung zwischen den Anschlusskontakten des  
optoelektronischen Bauelements und den ersten elektrischen  
Kontakten des elektrischen Bauelements bereit. Hierzu weist  
20 sie einen ersten Bereich mit ersten Kontaktbereichen und  
einen zweiten Bereich mit zweiten Kontaktbereichen auf. Das  
optoelektronische Bauelement ist direkt auf dem ersten  
Bereich der Leiteranordnung montiert und seine  
Anschlusskontakte sind mit den ersten Kontaktbereichen der  
25 Leiteranordnung verbunden und/oder das elektrische Bauelement  
ist direkt auf dem zweiten Bereich der Leiteranordnung  
montiert und seine ersten elektrischen Kontakte sind mit den  
zweiten Kontaktbereichen der Leiteranordnung verbunden.